GUÍA DE PROBLEMAS 4-
Equilibrio de solubilidad. Volumetría por precipitación.
Aplicaciones en agronomía



Se denomina solubilidad de una sustancia a la máxima cantidad de ésta que puede disolverse en una cantidad de disolvente o disolución a una temperatura dada. Para las sustancias poco solubles en agua se puede establecer un equilibrio de solubilidad entre el sólido y los iones en solución, caracterizado dicho equilibrio por la constante de solubilidad. Esta constante puede utilizarse para predecir si se formará o no un precipitado en determinadas condiciones a partir de los iones constituyentes. Los problemas 1 a 4 presentan situaciones en las que debes aplicar estos conceptos y verás además algunos casos de aplicación agronómica. A partir del problema 5 se presentan casos de volumetría por precipitación como el método de Mohr y el de Volhard, se diferencian en que el primero de ellos es una volumetría directa y el segundo es por retroceso. Para resolver algunos de los problemas necesitarás recurrir a las tablas con valores de Constantes de productos de solubilidad (Kps), disponible en el aula virtual.

1-En la siguiente tabla se muestran los valores de solubilidad a 25°C de algunos compuestos:

Compuesto	$AgCl$	$Ag_2(CrO_4)$	$Ag_3(AsO_4)$	Ag_2S
Solubilidad	$1,35x10^{-5}$ mol/ L	2,24 mg/100mL	$1,22x10^{-6}$ mmol/mL	$1,26x10^{-17}$ mol/L

a) ¿Qué significa que la solubilidad molar de AgCl a 25°C es $1,35x10^{-5}$?

b) Escribe la ecuación química del equilibrio de solubilidad y la expresión del producto de solubilidad (Kps) para cada compuesto

c) Calcula el valor del Kps a partir de las solubilidades molares.

d) ¿Cuál de los compuestos es más soluble y por qué?

2-En un artículo sobre fertirrigación se lee: "*La solubilidad de un fertilizante es una de las características principales a tener en cuenta en el fertirriego*."…"*Los fertilizantes son sales, que en contacto con el agua se disocian formando iones (aniones y cationes); diferentes iones pueden interactuar en la solución y precipitar (formando compuestos insolubles), con el consiguiente riesgo de no estar disponibles para las raíces, disminuyendo consecuentemente la eficiencia de*

aplicación de los nutrientes. (Sanchez, J., 2000) También se muestra una tabla de incompatibilidades de mezclas de ciertos fertilizantes; un caso es la mezcla de nitrato de calcio y sulfato de magnesio.

a) Encuentra una explicación a esta incompatibilidad

b) Plantea el equilibrio de solubilidad en este caso.

c) Si la solución fertilizante nitrato de calcio tiene 16% m/v de calcio ¿Cuál es la máxima cantidad de sulfato de magnesio que puedes agregar a 1L de fertilizante sin que se forme precipitado?



La resolución de este problema la encuentras en el siguiente enlace

https://youtu.be/uEhom0o5SyI

3-El carbonato de magnesio es una sal escasamente soluble en agua.

a) Calcula la solubilidad molar a 25 ºC.

b) Calcula la solubilidad molar del carbonato de magnesio a 25 ºC en una solución 0,1 M de $MgCl_2$. Justifica este valor en comparación con el obtenido en el inciso anterior.

c) ¿Cuántas veces se modificó la solubilidad y en qué sentido? ¿Qué nombre recibe el fenómeno por el cual se modificó la solubilidad?

4-Se estudia la aplicación foliar de $NiSO_4$ para corregir deficiencias de níquel en frutales perennes. Se prepara un fertilizante que tiene 100 mg de Ni por litro. Se recomienda en la preparación utilizar agua de buena calidad para evitar la precipitación de $Ni(OH)_2$.

a) Si el agua utilizada en la preparación tiene pH 6, predice si se formará el precipitado

b) Calcula el pH al cual se comienza a producir la precipitación

5- Se averigua la salinización por intrusión marina en un pozo de agua para riego que se encuentra próximo a la costa. En el laboratorio se determinó el contenido de cloruro por el método de Mohr. Se preparó una solución de $AgNO_3$ aproximadamente 0,05M y se estandarizó contra NaCl: para 0,0387 g de patrón primario se gastaron 13,3 mL de $AgNO_3$. En la valoración del agua para riego se tomó 10 mL de muestra y diluyó a 100 mL. Luego se valoró 50 mL de la dilución con $AgNO_3$, gastándose 12,0 mL.

a) Realiza un esquema que represente el procedimiento llevado a cabo: estandarización del valorante, dilución de la muestra de agua y su valoración

b) A partir de los datos experimentales calcula la concentración molar de $AgNO_3$

c) La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) expresa que la tolerancia del agua de riego a ión cloruro es hasta 0,5g/L. Determina con los datos experimentales si el agua es apta para el uso que se quiere dar.

Este problema es un ejemplo de determinación de cloruro en agua de riego por el método de Mohr. Se trata de una valoración directa por formación del precipitado cloruro de plata. Este problema tiene especial interés porque se trata de un caso similar al que veremos en el trabajo de laboratorio. Accedé al enlace https://youtu.be/SJgSuc_ZhZE

6-Una empresa fabricante de plaguicidas está interesada en conocer el porcentaje de cloruros de un insecticida. Para ello, se digiere una muestra de 1,0372 g que se disuelve en agua y se enrasa en un matraz aforado de 100 mL. Una alícuota de 25 mL de la solución se valora con $AgNO_3$ estandarizado y consume 17,4 mL. La estandarización del valorante se realiza con NaCl como patrón; se pesan 0,0936 g de NaCl se disuelven en 20 mL de agua y se registra el volumen de Ag^+ necesario para llegar al punto final que es 21,8 mL.

a) Con respecto a la estandarización de $AgNO_3$, ¿el volumen de agua añadido al Erlenmeyer debió ser medido con exactitud? Justifica

b) Calcula la molaridad exacta de $AgNO_3$

c) Determina la cantidad de Cl^- en el insecticida expresada como porcentaje de NaCl.

7-Se puede cuantificar el fósforo de una muestra agregando cantidad necesaria de $AgNO_3$ para precipitar todo el fósforo como fosfato de plata (Ag_3PO_4) y luego determinar el exceso de Ag^+ en el líquido filtrado por valoración con sulfocianuro de potasio (KSCN), de acuerdo con el método de Volhard. Se pesó 0,418 g de fertilizante NPK* desconocido y se añadió 25,00 mL de solución de $AgNO_3$ 0,164M para formar el precipitado, según la ecuación

$$3\,Ag^+ + HPO_4^{=} \longrightarrow Ag_3PO_4(s) + H^+$$

Una vez separado por filtración el precipitado, el filtrado se diluyó a 100 mL. En una alícuota de 20 mL de filtrado diluido se valoró el exceso de $AgNO_3$ que consumió 3,1mL de KSCN 0,0936 M.

a) Escribe la ecuación química de valoración

b) Determina el contenido en fósforo del fertilizante en grado de P

c) Según la tabla de grado NPK de los siguientes fertilizantes, ¿de cuál podría tratarse?

Fertilizante	Fosfato diamónico	Triple 15
Grado (N, P, K)	(18, 20, 0)	(15, 7, 12)

d) Analiza cómo habría sido el volumen gastado de valorante si se hubiese tratado del otro fertilizante, en las mismas condiciones de valoración.

* ¿Qué es NPK? Te invitamos a mirar el siguiente video.



https://www.youtube.com/watch?v=XVyGQCRypx0

Hay dos formas de expresar el contenido de los elementos químicos en un fertilizante: **grados NPK** que significa % de Nitrógeno, %fósforo y % potasio, respectivamente que tiene el fertilizante. Otra forma es **grado equivalente NPK** que significa % de N, $\%P_2O5$ y % de K_2O, respectivamente.

A continuación, te dejamos un video con la resolución de este problema **https://youtu.be/hZkqIpA7y1E**

8- Averigua la masa de patrón primario NaCl que necesitarás pesar para estandarizar una solución de $AgNO_3$ 0,2 M si dispones de una bureta de 25 mL (supone que pretendes gastar un volumen que esté entre el 20 y el 80 % de la capacidad de la bureta)

9- **a)** Calcula qué dilución de agua deberás efectuar antes de la determinación de cloruros por el método de Mohr para que, al valorar una alícuota de 10 mL de una muestra de agua que tiene aproximadamente 3500 mg Cl/L, se consuman aproximadamente 5 mL de $AgNO_3$ 0,025 M

b) ¿Cuál de las siguientes opciones describen el procedimiento más preciso para realizar la dilución de la muestra?

i-Medir 0,5 mL de muestra con pipeta de 5 mL, transvasar a matraz aforado de 50 mL y enrasar

ii- Medir 5 mL de muestra con pipeta de 5 mL, transvasar a matraz aforado de 50 mL y enrasar

iii-Medir 10 mL de muestra con pipeta de 20 mL y transvasar a probeta de 100 mL



Selecciona el problema 3 o 9; escanea tu resolución y sube el archivo al foro del tema, en el aula . En clase discutiremos estas resoluciones.



1-c) 1,82 x10^{-10}; 1,23 x10^{-12} ; 5,98 x10^{-23} ; 8,00 x10^{-51} d) Ag_2CrO_4

2- a) Puede darse una reacción de desplazamiento y formar como producto sulfato de calcio, compuesto de escasa solubilidad en agua. c) 0,72 mg de $MgSO_4$

3- a) 1,87x10^{-4}; b) 3,5x10^{-7}; c) disminuyó 534veces

4- a) No hay precipitación porque para esas concentraciones de Ni^{+2} y pH no se alcanza el valor de Kps b) pH 7,77

5-b) 0,0497M; c) El contenido de Cl^- del agua (4,23g/L) es mayor al tolerado

6- b) 0,0734 M $AgNO_3$ c) 28,81%NaCl

7- b) 6,6 % P d) menor, porque a igual cantidad de masa este fertilizante tiene mayor cantidad de fósforo por lo tanto reacciona con más mmoles de $AgNO_3$; en consecuencia, el exceso de este reactivo es menor y necesitará menor cantidad de mmoles de valorante

8- Por ejemplo, para 10 mL de valorante habría que pesar aproximadamente 117 mg de NaCl

9-a) 1:10

Autores: María Alejandra Goyeneche; Andrea Paola Guisolis

Cómo citar: Goyeneche, M. A.; Guisolis, A. P.(2020). Guía de problemas 4- Equilibrio de solubilidad. Volumetría de precipitación. Aplicaciones en agronomía. Azul. Facultad de Agronomía. UNCPBA.

